

Opracowanie modelu chropowatości do przewidywania oporu w przepływach przez mikrokanały przy zastosowaniu uczenia maszynowego

Chropowatość powierzchni jest badana od wielu dziesięcioleci, ponieważ pełne zrozumienie jej wpływu na turbulencje ma kluczowe znaczenie dla przewidywania zmian sprawności procesów spowodowanych np.: osadzaniem się zanieczyszczeń, pittingiem czy erozją. Chropowatość powierzchni wpływa na dynamikę przepływu i wymianę ciepła. Metody obliczeniowe stosowane z powodzeniem w przepływach klasycznych zawodzą, gdy są stosowane do przepływów w obszarach silnie ograniczonych, np. w minikanalach. Opracowanie skutecznej metody numerycznej dedykowanej tego typu przepływowi staje się pilną potrzebą ze względu na szybki postęp w miniaturyzacji, nanotechnologii i technikach wytwarzania.

Pomimo znacznych wysiłków i rozwoju symulacji o wysokiej dokładności, konieczne jest podejście praktyczne, aby wykonywać obliczenia symulacyjne przepływu dla różnych rzeczywistych zastosowań z zadowalającą dokładnością przy jednoczesnej minimalizacji nakładów obliczeniowych. W proponowanym projekcie zostanie przetestowanych kilka modeli numerycznej mechaniki płynów, które zostaną rozwinięte o dodatkowe metody pozwalające dokładniej uwzględnić wpływ chropowatości powierzchni na przepływ. Metody te, niezawodne w wielu typach przepływów, będą wymagały wprowadzenia dodatkowych związków i kalibracji, aby uzyskać dokładne wyniki bez konieczności zwiększenia czasu obliczeniowego. Trudność w dopasowaniu parametrów modeli można przezwyciężyć stosując strategię opartą o uczenie maszynowe. Techniki uczenia maszynowego z powodzeniem wykorzystuje się w różnych zastosowaniach do znajdowania złożonych, wielowymiarowych interakcji między parametrami, które w inny sposób byłyby trudne lub niemożliwe do zidentyfikowania. W tym celu przetestowane zostaną różne algorytmy tej techniki, a także opracowane zostaną procedury mające na celu wykorzystanie rzeczywistych parametrów chropowatej powierzchni do wyznaczenia współczynników modeli.

Przygotowanie uniwersalnych korelacji i uzyskanie wysokiej dokładności modeli wymaga, aby do testowania i walidacji opracowanych algorytmów wykorzystać wiarygodne bazy danych dla różnych warunków przepływu. Budowa takich baz danych na podstawie zarówno wykonanych eksperymentów na zbudowanym stanowisku pomiarowym, symulacji o dużej rozdzielczości i wybranych danych literaturowych jest ważnym zadaniem w projekcie. Dostępne w literaturze eksperymentalne bazy danych dotyczą zazwyczaj przepływów w klasycznych kanałach lub przewodach, a niedostatek pomiarów występujący dla przepływów w minikanalach z chropowatymi ścianami zostanie w ramach projektu uzupełniony. Kampania eksperymentalna, przygotowana w sposób systemowy dostarczy bazy danych, która będzie mogła być ważnym punktem odniesienia dla innych badań prowadzonych w środowisku mechaniki płynów. Baza danych poszerzona o wyniki symulacji numerycznych, a także dostępnych danych literaturowych.

Zaproponowane modele pozwolą na dokładniejsze przewidywanie efektów chropowatości w przepływie dla dowolnej topografii chropowatości, a uzyskane wyniki ilościowe i jakościowe poszerzą wiedzę na temat wpływu tarcia na przepływ w minikanalach.